

(11)

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-36525

(P 2 0 0 3 - 3 6 5 2 5 A)

(43) 公開日 平成15年2月7日 (2003. 2. 7)

(51) Int. C1.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

G11B 5/738  
C23C 14/34  
G11B 5/65  
5/667  
5/851

G11B 5/738  
C23C 14/34  
G11B 5/65  
5/667  
5/851

4K029  
N 5D006  
5D112

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全7頁)

(21) 出願番号

特願2001-224865 (P 2001-224865)

(22) 出願日

平成13年7月25日 (2001. 7. 25)

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 渡辺 貞幸

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72) 発明者 酒井 泰志

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(74) 代理人 100077481

弁理士 谷 義一 (外2名)

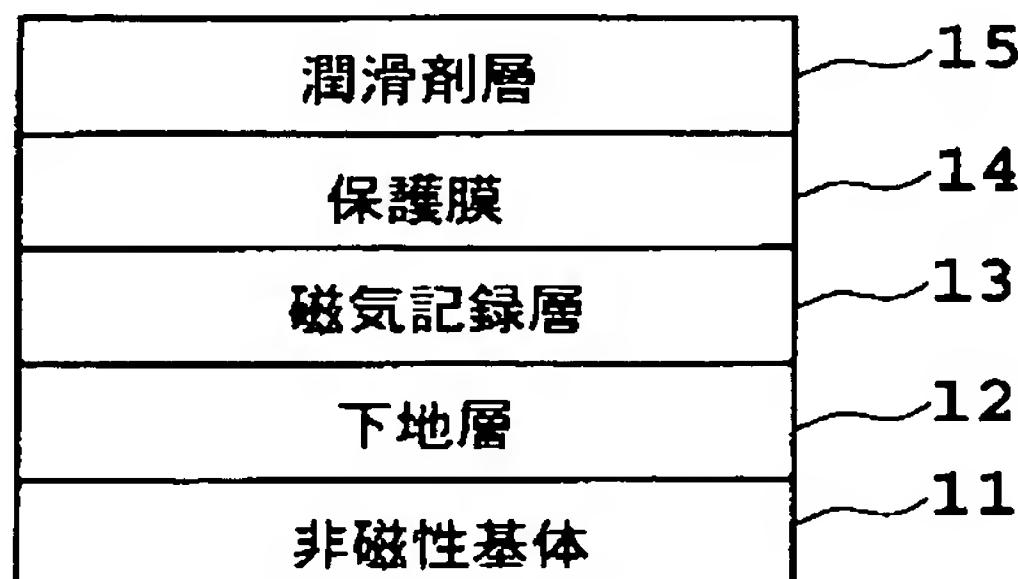
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 垂直磁気記録媒体及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 磁気記録層を構成する各結晶粒の微細化及び結晶粒の分離を図り、結晶粒間磁気相互作用を低減させた垂直磁気記録媒体を提供する。

【解決手段】 非磁性基体上に少なくとも下地層、磁気記録層、保護膜及び潤滑剤層が順次積層されてなる垂直磁気記録媒体において、上記下地層を構成する結晶の粒界に少なくとも1種類以上の酸化物又は窒化物を含む結晶粒の分離層を設けることとした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 非磁性基体上に、少なくとも下地層と磁気記録層と保護膜及び潤滑剤層が順次積層されてなる垂直磁気記録媒体であって、前記下地層を構成する結晶の結晶粒界に、少なくとも1種類以上の酸化物又は窒化物を含む結晶粒の分離層を有することを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項2】 前記結晶粒の分離層に含まれる酸化物又は窒化物は、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{BeO}_2$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ThO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiN}$ 、 $\text{TiN}$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{ZrN}$ 、 $\text{NbN}$ 、 $\text{Cr}_2\text{N}$ 、 $\text{BN}$ 、 $\text{CrMoN}_2$ 、 $\text{HfN}$ 、 $\text{VN}$ 、 $\text{TaN}$ 、 $\text{CrN}$ のうちから選択されたものであることを特徴とする請求項1に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項3】 前記下地層は、六方細密充填構造をとる金属或いは合金で構成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項4】 前記下地層は、面心立方構造をとる金属或いは合金で構成されており、前記金属或いは合金のa軸格子定数( $a_1$ )は、 $a_1/\sqrt{2}$ により算出した値と前記磁気記録層のa軸格子定数とのミスマッチが20%以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項5】 前記下地層と前記磁気記録層の間に非磁性の中間層が設けられていることを特徴とする請求項1乃至4いずれかに記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項6】 前記非磁性の中間層は、 $\text{CoCr}$ 、 $\text{CoCrB}$ 、 $\text{CoCrRu}$ 、 $\text{Ru}$ 、 $\text{RuW}$ 、 $\text{RuCu}$ 、 $\text{RuC}$ 、 $\text{Pd}$ のうちの少なくとも1種類以上の金属或いは合金により構成されることを特徴とする請求項5に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項7】 前記下地層と前記非磁性基体との間に、結晶又は微結晶又は非晶質の軟磁性裏打ち層が形成されていることを特徴とする請求項1乃至6いずれかに記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項8】 前記下地層の非磁性基体側面にはシード層が設けられていることを特徴とする請求項1乃至7いずれかに記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項9】 非磁性基体上に、少なくとも下地層と磁気記録層と保護膜及び潤滑剤層が順次積層されてなる請求項1乃至8いずれかに記載の垂直磁気記録媒体の製造方法であって、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{BeO}_2$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ThO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiN}$ 、 $\text{TiN}$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{ZrN}$ 、 $\text{NbN}$ 、 $\text{Cr}_2\text{N}$ 、 $\text{BN}$ 、 $\text{CrMoN}_2$ 、 $\text{HfN}$ 、 $\text{VN}$ 、 $\text{TaN}$ 、 $\text{CrN}$ のうちから選択された少なくとも1種類以上の酸化物又は窒化物を含有するターゲットを用い、前記下地層を物理蒸着法により成膜することを特徴とする垂直磁気記録媒体の製造方法。

【請求項10】 非磁性基体上に、少なくとも下地層と

10

20

30

40

50

磁気記録層と保護膜及び潤滑剤層が順次積層されてなる請求項1乃至8いずれかに記載の垂直磁気記録媒体の製造方法であって、 $\text{Cr}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{Zr}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{Y}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{Ti}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Mg}$ 、 $\text{Be}$ 、 $\text{Th}$ 、 $\text{Nb}$ 、 $\text{B}$ 、 $\text{Mo}$ 、 $\text{Hf}$ 、 $\text{V}$ 、 $\text{TaN}$ のうちから選択された1種類以上の金属元素を含有するターゲットを用い、 $\text{Ar}$ ガスに5%以下の酸素ガス若しくは窒素ガスを添加した雰囲気下で前記下地層を物理蒸着法により成膜することを特徴とする垂直磁気記録媒体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、各種磁気記録装置に搭載される垂直磁気記録媒体及びその製造方法に関し、より詳細には、磁気記録層を構成する各結晶粒の微細化を図ることにより結晶粒間磁気相互作用を低減させた垂直磁気記録媒体及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、磁気記録の高密度化を実現する従来技術として、長手磁気記録方式はよく知られている。今日、この長手磁気記録方式に代えて、垂直磁気記録方式が注目されつつある。垂直磁気記録媒体は、主に、硬質磁性材料の磁気記録層と、磁気記録層を所望の方向に配向させるための下地層と、磁気記録層の表面を保護する保護膜とから構成されている。更に、この他に、磁気記録層への記録に用いられる磁気ヘッドが発生する磁束を集中させる役割を担う軟磁性材料からなる軟磁性裏打ち層を設ける場合もある。

【0003】上述した軟磁性裏打ち層を備えることにより磁気記録媒体としての性能は高くなるが、これを設けなくても磁気記録自体は可能であるため、軟磁性裏打ち層を備えない構成とされる場合もある。このような軟磁性裏打ち層が無いものを単層磁気記録媒体、あるものを二層磁気記録媒体と呼ぶ。

【0004】垂直磁気記録媒体においても、長手磁気記録媒体と同様、高記録密度化のためには、高熱安定性と低ノイズ化の両立が必須である。現在、垂直記録媒体の磁気記録層には、長手磁気記録媒体の磁気記録層として広く用いられる $\text{CoCr}$ 合金結晶材料を用いて研究・開発が行われており、熱安定性を高めるための結晶磁気異方性 $K_u$ の増大、低ノイズ化を目的とした磁気記録層結晶粒径の微細化及び結晶粒間磁気的相互作用の低減が求められている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】長手磁気記録媒体においては、磁気記録層の成膜前に適度に基板加熱することや、磁気記録層材料に $\text{TaN}$ や $\text{B}$ 等の元素を添加することにより、磁気記録層の結晶粒界への非磁性元素たる $\text{Cr}$ の偏析を促進し、結晶粒間の磁気相互作用の低減を実現してきた。

【0006】しかしながら、垂直磁気記録媒体の磁気記

録層において、上述した手法と同様な手法で粒間磁気相互作用を低減させようとした場合は、Crの偏析が起こりにくいことが明らかになっている。その結果、結晶粒間での磁気相互作用は比較的大きくならざるを得ず、その結果、磁化反転単位を小さくすることが困難となり、更に、ピットの遷移ノイズ増加をも引き起こし、高ノイズ化してしまうという問題が発生する。これらの問題が、垂直磁気記録媒体の高記録密度化の障害となっていた。

【0007】本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、下地層の結晶粒界に酸化物或いは窒化物からなる結晶粒分離層を形成することで下地層を構成する結晶の微細化及び分離を図り、これにより下地層の上に形成される磁性層結晶粒の微細化及び分離を実現して、結晶粒間磁気相互作用を低減させた垂直磁気記録媒体及びその製造方法を提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、非磁性基体上に少なくとも下地層と磁気記録層と保護膜及び潤滑剤層が順次積層されてなる垂直磁気記録媒体であって、前記下地層を構成する結晶の結晶粒界に少なくとも1種類以上の酸化物又は窒化物を含む結晶粒の分離層を有することを特徴とする。

【0009】また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、前記結晶粒の分離層に含まれる酸化物又は窒化物が、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{BeO}_2$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ThO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiN}$ 、 $\text{TiN}$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{ZrN}$ 、 $\text{NbN}$ 、 $\text{Cr}_2\text{N}$ 、 $\text{BN}$ 、 $\text{CrMoN}_2$ 、 $\text{HfN}$ 、 $\text{VN}$ 、 $\text{TaN}$ 、 $\text{CrN}$ のうちから選択されたものであることを特徴とする。

【0010】かかる構成とすることにより、下地層の結晶粒界に $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{BeO}_2$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ThO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiN}$ 、 $\text{TiN}$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{ZrN}$ 、 $\text{NbN}$ 、 $\text{Cr}_2\text{N}$ 、 $\text{BN}$ 、 $\text{CrMoN}_2$ 、 $\text{HfN}$ 、 $\text{VN}$ 、 $\text{TaN}$ 、 $\text{CrN}$ 等の酸化物或いは窒化物が形成されて下地層を構成する結晶の微細化及び分離が実現され、該下地層の上に形成される磁気記録層の結晶粒の微細化及び分離が可能となる。

【0011】また、請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の発明において、前記下地層が、六方細密充填構造を有する金属或いは合金で構成されていることを特徴とする。

【0012】また、請求項4に記載の発明は、請求項1又は2に記載の発明において、前記下地層が、面心立方構造を有し該a軸格子定数( $a_1$ )は $\{a_1/\sqrt{2}\}$ により算出した値と前記磁気記録層のa軸格子定数とのミ

スマッチが20%以内である金属或いは合金で構成されていることを特徴とする。

【0013】請求項5に記載の発明は、請求項1乃至4いずれかに記載の発明において、前記下地層と前記磁気記録層の間に非磁性の中間層が設けられていることを特徴とする。

【0014】また、請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の発明において、前記非磁性の中間層が、 $\text{CoC}$   
r、 $\text{CoCrB}$ 、 $\text{CoCrRu}$ 、 $\text{Ru}$ 、 $\text{RuW}$ 、 $\text{RuCu}$ 、 $\text{RuC}$ 、 $\text{Pd}$ のうちの少なくとも1種類以上の金属或いは合金により構成されたものであることを特徴とする。

【0015】また、請求項7に記載の発明は、請求項1乃至6いずれかに記載の発明において、前記下地層と前記非磁性基体との間に、結晶又は微結晶又は非晶質の軟磁性裏打ち層が形成されていることを特徴とする。

【0016】また、請求項8に記載の発明は、請求項1乃至7いずれかに記載の発明において、前記下地層の非磁性基体側面にシード層が設けられていることを特徴とする。

【0017】かかる構成とすることにより、前記下地層を構成する結晶の配向性及び下地層表面の平坦性が改善される。

【0018】請求項9に記載の発明は、請求項1乃至8いずれかに記載の垂直磁気記録媒体の製造方法であつて、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{BeO}_2$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ThO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiN}$ 、 $\text{TiN}$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{ZrN}$ 、 $\text{NbN}$ 、 $\text{Cr}_2\text{N}$ 、 $\text{BN}$ 、 $\text{CrMoN}_2$ 、 $\text{HfN}$ 、 $\text{VN}$ 、 $\text{TaN}$ 、 $\text{CrN}$ のうちから選択された少なくとも1種類以上の酸化物又は窒化物を含有するターゲットを用いて前記下地層を物理蒸着法により成膜することを特徴とする。

【0019】また、請求項10に記載の発明は、請求項1乃至8いずれかに記載の垂直磁気記録媒体の製造方法であつて、 $\text{Cr}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{Zr}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{Y}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{Ti}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Mg}$ 、 $\text{Be}$ 、 $\text{Th}$ 、 $\text{Nb}$ 、 $\text{B}$ 、 $\text{Mo}$ 、 $\text{Hf}$ 、 $\text{V}$ 、 $\text{Ta}$ のうちから選択された1種類以上の金属元素を含有するターゲットを用い、 $\text{Ar}$ ガスに5%以下の酸素ガス若しくは窒素ガスを添加した雰囲気下で前記下地層を物理蒸着法により成膜することを特徴とする。

【0020】かかる構成とすることにより、結晶粒界に $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{BeO}_2$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ThO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiN}$ 、 $\text{TiN}$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{ZrN}$ 、 $\text{NbN}$ 、 $\text{Cr}_2\text{N}$ 、 $\text{BN}$ 、 $\text{CrMoN}_2$ 、 $\text{HfN}$ 、 $\text{VN}$ 、 $\text{TaN}$ 、 $\text{CrN}$ 等の酸化物或いは窒化物を含む結晶粒の分離層が形成された下地層の上に、結晶粒が微細で且つ相互に分離された磁気記録層を有する垂直磁気記録媒体の製造が可能となる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施の形態について図面を参照しながら詳述する。

【第1の実施の形態】図1は、本発明の第1の実施形態での垂直磁性記録媒体の断面模式図である。垂直磁性記録媒体は非磁性基体11上に少なくとも、下地層12、磁気記録層13、及び保護膜14がこの順で積層された構造を有しており、下地層12を構成する結晶の結晶粒界には、酸化物或いは窒化物を含む結晶粒の分離層が形成されている。更に、保護膜14の上には、例えば液体潤滑剤を塗布して形成された潤滑剤層15が設けられている。

【0022】非磁性基体11としては、例えばNiPメッキを施したAl合金や強化ガラス、結晶化ガラス等の基板を用いることができる。また、基板加熱温度を100℃以下に抑える必要がある場合には、ポリカーボネイト、ポリオレフィン等の樹脂からなるプラスチック基板を用いることもできる。

【0023】下地層12には、六方細密充填構造をとる金属或いは合金材料、若しくは、面心立方格子構造をとり、かつそのa軸格子定数( $a_1$ )が $\{(a_1)/\sqrt{2}\}$ により算出した値と磁気記録層13のa軸格子定数( $a_2$ )のミスマッチが20%以内であるような金属或いは合金材料を用いる。ここで、上述の格子定数のミスマッチは、 $| \{(a_1)/\sqrt{2}\} - a_2 |$ を $a_2$ により除して算出される。このような六方細密充填構造をとる金属としては、例えばTi、Zr、Ru、Zn、Tc、Re等が該当する。また、面心立方格子構造をとりかつ磁気記録層13のa軸格子定数についてのミスマッチ条件を満足する金属としては、Cu、Rh、Pd、Ag、Ir、Pt、Au、Ni、Co等が該当する。

【0024】下地層12を構成する結晶の結晶粒界には、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BeO<sub>2</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO、SiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、ThO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、CeO<sub>2</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などの酸化物、或いはSiN、TiN、AlN、ZrN、NbN、Cr<sub>2</sub>N、BN、CrMoN<sub>2</sub>、HfN、VN、Ta<sub>2</sub>N、CrNなどの窒化物を含む結晶粒の分離層が形成されており、下地層12の粒界にCrの酸化物やSiの窒化物が析出することにより下地層12を構成する結晶粒間の分離が促進される。この下地層12における結晶粒間分離の結果、下地層12の上に形成される磁気記録層13の結晶粒も分離されて磁気記録層13の結晶粒間の磁気的相互作用を低下させるという効果を有する。

【0025】なお、下地層12は、結晶粒間の分離状態を維持する観点からは比較的薄い膜厚であることが好ましいが、充分な結晶成長を確保する観点から3nm以上の膜厚であることが好ましい。

【0026】磁気記録層13は、少なくともCo及びCrを含む六方細密充填構造の強磁性合金材料が好適に用いられ、そのc軸が膜面に垂直方向に配向していること

10

20

30

40

50

が必要である。

【0027】保護膜14としては、例えばカーボンを主体とする薄膜が用いられ、スパッタ法や化学気相堆積法(CVD法)等により形成される。また、本発明の垂直磁気記録媒体の使用目的に応じて、グラファイト構造を有するカーボンとダイアモンド構造を有するカーボンの含有比率の選択等がなされる。

【0028】保護膜14の表面には磁気ヘッドとの間に作用する摩擦力を低減するための潤滑剤層15が形成され、例えばパーカルオロポリエーテル系の液体潤滑剤を用いることができる。

【0029】【第2の実施の形態】図2は、本発明の別の実施形態での垂直磁性記録媒体の断面模式図である。第1の実施の形態において述べた基本構成に加え、下地層12より下層には、磁気ヘッドが発生する磁束を集中させる役割を担う軟磁性裏打ち層16が設けられている。この軟磁性裏打ち層16には、結晶状態のNiFe合金やセンダスト(FeSiAl)合金等、又は微結晶状態のFeTaCやCoTaZr等、又は非晶質状態のCoZrNb等を用いることが可能である。軟磁性裏打ち層16の最適膜厚は、磁気記録に使用する磁気ヘッドの構造や特性に依存するが、生産性との兼ね合いから概ね10nm以上500nm以下程度であることが望ましい。

【0030】さらに下地層12の直下には、下地層12を構成する結晶の配向性を改善し、下地層表面の凹凸を抑制するために、TiやTa等のシード層17を設けることができる。このシード層17は、軟磁性裏打ち層16を設けない構造とした場合の本発明の垂直磁気記録媒体の製造過程において、非磁性基体11の表面に吸着したO<sub>2</sub>やH<sub>2</sub>Oのゲッタ材としても作用し、O<sub>2</sub>やH<sub>2</sub>Oと反応して非晶質となることが好ましい。従って、シード層17の膜厚は10nm以下とすることが必要である。

【0031】下地層12と磁気記録層13の間に挟む非磁性中間層18には、磁気記録層13と結晶格子のマッチングの良いCoCr、CoCrB、CoCrRu、Ru、RuW、RuCu、RuC、Pd等を用いることができる。この非磁性中間層18は、下地層12が軟磁気特性を有するCo合金やNi基合金等からなる場合にあって、軟磁性の下地層12と磁気記録層13の層間磁気相互作用を抑制するという効果も兼ねる。非磁性中間層18の膜厚としては0.5~15nmが好ましく、なるべく薄いことが好ましい。

【0032】以下、本発明の垂直磁気記録媒体の製造方法の実施例について説明する。

【実施例1】本実施例では、シード層17を形成した例について説明する。非磁性基体11として表面が平滑に研磨された化学強化ガラス基板(例えばHOYA社製N-5ガラス基板)を用い、これを洗浄した後、スパッタ

装置内に設けられた基板ホルダにセットする。

【0033】先ずシード層17を形成するため、Taターゲットを用いてスパッタ法によりTa層を5nm形成した後、下地層12の形成のため、非磁性のNi基合金であるNi15Fe30Crターゲットを用い、Arガスに1%のO<sub>2</sub>ガスを添加し、ガス圧10mTorr下でNiFeCr下地層を5nm成膜した。この成膜工程において、下地層12の構成元素であるCrは、雰囲気中に添加されているO<sub>2</sub>ガスによって酸化され、NiFeCr結晶間の粒界にCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が形成される。

【0034】上記下地層12の形成に引き続き、ランプヒーターを用いて基板表面温度が300℃になるように加熱を行なった後、Co20Cr10Ptターゲットを用いてCoCrPt磁気記録層13を膜厚20nmとなるように成膜した。最後にカーボンターゲットを用いてカーボン保護膜14を8nmの膜厚で成膜した後、スパッタ装置から取り出した。その後、パーフルオロポリエーテルからなる液体潤滑剤層15をディップ法により2nm形成し、単層垂直磁気記録媒体とした。

【0035】なお、上記の成膜は全て物理蒸着法の1手法であるDCマグネットロൺスパッタリング法により行い、下地層12の成膜以外はすべてArガス圧5mTorr下で行っている。

【0036】【実施例2】ランプヒーターでの加熱後、CoCrPt磁気記録層13を形成する前に、Co37Crターゲットを用いてガス圧5mTorr下でCoCr非磁性中間層18を3nm成膜すること以外は全て実施例1と同様にして单層垂直磁気記録媒体とした。

【0037】【比較例1】下地層12成膜時の雰囲気への酸素ガス添加の効果を確認する目的で、NiFeCr下地層12の成膜時において、ArガスにO<sub>2</sub>を添加せず100%Ar雰囲気下で成膜を実行した。下地層12の成膜雰囲気以外は全て実施例1と同様にして单層垂直磁気記録媒体を作製し比較例とした。

【0038】【実施例3】本実施例では、軟磁性裏打ち層16を形成した例について説明する。非磁性基体11として表面が平滑な化学強化ガラス基板（例えばHOYA社製N-5ガラス基板）を用い、これを洗浄した後、スパッタ装置内に設けられた基板ホルダにセットする。その後、Co5Zr9Nbターゲットを用いて軟磁性裏打ち層16としてCoZrNbを300nm形成し後、ランプヒーターを用いて基板表面温度が300℃になるように加熱を行なった、引き続きRu-5SiO<sub>2</sub>ターゲットを用い、Arガス圧20mTorr下でRu-SiO<sub>2</sub>下地層12を5nm成膜した後、Co20Cr10Ptターゲットを用いてCoCrPt磁気記録層13を20nmを成膜した。最後にカーボンターゲットを用いてカーボンからなる保護膜14を8nm成膜後、スパッタ装置から取り出した。その後、パーフルオロポリエーテルからなる液体潤滑剤層15をディップ法により2

10

20

30

40

50

nm形成し、二層垂直磁気記録媒体とした。

【0039】なお、Ru-SiO<sub>2</sub>下地層12の成膜にはRFスパッタリング法を用い、これ以外の成膜は全てDCマグネットロൺスパッタリング法により、Arガス圧5mTorr下で行った。

【0040】【実施例4】本実施例では、軟磁性裏打ち層16及び非磁性中間層18を形成した例について説明する。

【0041】非磁性基体11として表面が平滑な化学強化ガラス基板（例えばHOYA社製N-5ガラス基板）を用い、これを洗浄した後、スパッタ装置内に設けられた基板ホルダにセットする。その後、Co5Zr9Nbターゲットを用いて軟磁性裏打ち層16としてCoZrNbを300nm形成した後、軟磁性のNi基合金NiFeNbにSiO<sub>2</sub>が添加されたNi20Fe5Nb-6SiO<sub>2</sub>ターゲットを用い、Arガス圧30mTorr下でNiFeNb-SiO<sub>2</sub>下地層12を5nm成膜し、更に、ランプヒーターを用いて基板表面温度が300℃になるように加熱を行なった。引き続きRu20Wターゲットを用いて非磁性中間層18としてRuWを2nm成膜した後、Co20Cr10Ptターゲットを用いてCoCrPt磁気記録層13を20nm成膜した。最後にカーボンターゲットを用いてカーボンからなる保護膜14を8nm成膜後、スパッタ装置から取り出した。その後、パーフルオロポリエーテルからなる液体潤滑剤層15をディップ法により2nm形成し、二層垂直磁気記録媒体とした。

【0042】なお、NiFeNb-SiO<sub>2</sub>下地層12の成膜にはRFスパッタリング法を用い、これ以外の成膜は全てDCマグネットロൺスパッタリング法により、Arガス圧5mTorr下で行った。

【0043】【比較例2】実施例3及び実施例4において、下地層12成膜用ターゲットに酸化物を含有させた効果を確認する目的で、酸化物を含有しないターゲットを用いて下地層12の成膜を実行して二層垂直磁気記録媒体を作成した。

【0044】非磁性基体11として表面が平滑な化学強化ガラス基板（例えばHOYA社製N-5ガラス基板）を用い、これを洗浄した後、スパッタ装置内に設けられた基板ホルダにセットする。その後、Co5Zr9Nbターゲットを用いて軟磁性裏打ち層16としてCoZrNbを300nm形成した後、ランプヒーターを用いて基板表面温度が300℃になるように加熱を行なった。引き続きRuターゲットを用い、Ru下地層14を10nm成膜した後、Co20Cr10Ptターゲットを用いてCoCrPt磁気記録層13を20nm成膜した。最後にカーボンターゲットを用いてカーボンからなる保護膜14を8nm成膜後、スパッタ装置から取り出した。その後、パーフルオロポリエーテルからなる液体潤滑剤層15をディップ法により2nm形成し、二層垂直磁気

記録媒体とした。

【0045】なお、成膜は全てDCマグネットロンスパッタリング法により、Arガス圧5mTorr下で行った。

【0046】【実施例と比較例の特性比較】本発明における各実施例及び比較例の垂直磁性記録媒体の、磁気記

(表1)

実施例／比較例	結晶粒径(Å)	結晶粒界幅(Å)
実施例1	100~110	8~12
実施例2	110~120	8~12
比較例1	150~180	~8
実施例3	75~85	10~12
実施例4	80~90	10~12
比較例2	150~180	~8

【0048】単層垂直磁気記録媒体である実施例1及び実施例2と比較例1とを比較すると、NiFeCr下地層12をArガスにO<sub>2</sub>を添加せずに100%Ar雰囲気下で成膜して作製した比較例1では、磁気記録層13を構成する各結晶粒が相互に分離されていない部分（結晶粒界幅がほぼ0Åの部分）が存在している。

【0049】一方、Arガスに1%のO<sub>2</sub>を添加した雰囲気下でNiFeCr下地層12を成膜して作製した実施例1及び実施例2では、いずれの結晶粒間にも明瞭な結晶粒界が認められており、結晶粒相互が確実に分離されていることが判る。更に、実施例1及び実施例2では比較例1に比べ、磁気記録層13を構成する結晶粒径も小さくなっている。下地層12の成膜時の雰囲気に酸素ガスを添加することに依り、磁気記録層13の結晶粒相互が分離されるとともに磁気記録層13の結晶粒の微細化が促進されることが明らかとなった。

(表2)

実施例／比較例	規格化ノイズ	SNR
	μV rms / mV pp	(dB)
実施例1	37.4	9.2
実施例2	38.1	9.7
比較例1	50.5	5.8
実施例3	35.4	12.5
実施例4	36.2	13.6
比較例2	63.2	8.9

【0053】単層垂直磁気記録媒体である実施例1及び実施例2と比較例1とを比較すると、実施例1及び実施例2では比較例1に比べてノイズが低減しており、その結果SNRが向上している。これは、下地層12の粒界に酸化物あるいは窒化物が形成されて、下地層12の結晶粒を分離・微細化することで、その上に形成された磁気記録層13の結晶粒も分離・微細化したことによる効果である。

【0054】また、下地層12と磁気記録層13の間に非磁性中間層18を設けない実施例1と非磁性中間層18を設けた実施例2とを比較した場合、ノイズはほとんど変わらない一方、SNRは実施例2の方が良好な結果であった。これは非磁性中間層18を構成するCoCr結晶の寄与により、出力が大きくなつたためである。

【0055】二層垂直磁気記録媒体である実施例3及び実施例4と比較例2とを比較した結果も上述と同様な傾

10  
録層13の結晶粒径及び結晶粒界幅を表1に示す。な

お、各値は高分解能透過型電子顕微鏡（TEM：点分解能1.2Å）を用いて磁気記録層13の部分を平面TEM観察して求めた結果である。

【0047】

【表1】

【0050】なお、上述した傾向は、二層垂直記録媒体である実施例3及び実施例4と比較例2においても同様に認められており、単層垂直磁気記録媒体であるか二層垂直記録媒体を問わず、下地層12の成膜時の雰囲気に酸素ガスを添加することが、磁気記録層13の結晶粒相互の分離、及び磁気記録層13の結晶粒の微細化に効果があることが明らかとなった。

【0051】本発明における各実施例及び比較例の垂直磁性記録媒体の、規格化ノイズ及び信号対雑音比（SNR）を表2に示す。規格化ノイズ及びSNRは、GMRヘッドを用いてスピンドルテスターにて測定した。実施例1及び実施例2と比較例1は線記録密度300kFCI、実施例3及び実施例4と比較例2は400kFCIでの値である。

【0052】

【表2】

50

向であり、本発明の効果が明らかである。実施例3と実施例4とを比較した場合も、実施例1と実施例2とを比較した場合と同様、非磁性中間層18構成するRuの効果により、S/NRが向上している。

【0056】なお、上述の実施例においては、下地層12を物理蒸着法のひとつであるスパッタリング法で成膜した例について説明したが、例えば真空蒸着法、イオンプレーティング法等の他の物理蒸着法により成膜することとしても良い。

【0057】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、下地層の結晶粒界に酸化物或いは窒化物を含む結晶粒の分離層を介在させることとしたので、磁気記録層の結晶粒の微細化、及び結晶粒の分離が促進される。その結果、磁気記録層を構成する結晶粒相互間の磁気的相互作用が低減され、垂直磁気記録媒体の低ノイズ化及び高記録密度化が実現できる。

【図面の簡単な説明】

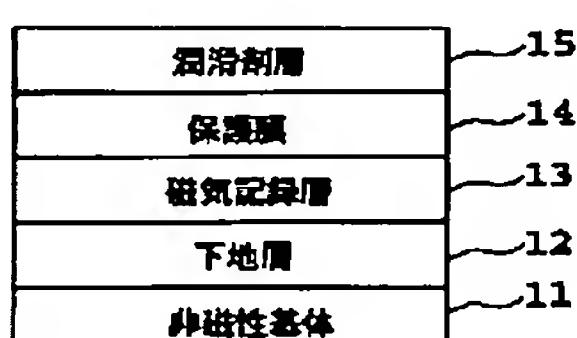
【図1】本発明の第1の実施態様での垂直磁気記録媒体の断面模式図である。

【図2】本発明の他の実施態様での垂直磁気記録媒体の断面模式図である。

【符号の説明】

- |    |         |
|----|---------|
| 11 | 非磁性基体   |
| 12 | 下地層     |
| 13 | 磁気記録層   |
| 14 | 保護膜     |
| 15 | 潤滑剤層    |
| 16 | 軟磁性裏打ち層 |
| 17 | シード層    |
| 18 | 非磁性中間層  |

【図1】



【図2】




---

フロントページの続き

F ターム(参考) 4K029 AA09 AA24 BA43 BA44 BA46  
BA48 BA58 BA60 BB02 BB07  
BD11 CA06  
5D006 CA01 CA03 CA05 CA06 DA03  
DA08 EA03 FA09  
5D112 AA03 AA24 BD02 FA04 FB06